

臺北市第 45 屆中小學科學展覽會

作品說明書封面

科 別：物 理

組 別：國小組

作品名稱：**不同鞋底材質的摩擦力研究**

關 鍵 詞：摩擦力、鞋底材質

編 號：

摘 要

摩擦力是指兩個表面接觸的物體相對運動時互相施加的一種物理力。但如果生活中沒有摩擦力，那人就無法走路，車子也無法行駛，東西就會撞在一起…等。所以我們研究哪個鞋底材質比較不會滑，最後發現不同材質的鞋子，摩擦力相差很大，下次買鞋要留意鞋底的材質。

壹、研究動機

最近我在沖浴洗澡時，差一點滑倒，我心中想：「奇怪！為什麼過去浴室好像不會有很滑的感覺？」我才發現應該是因為最近我的拖鞋壞了，媽媽幫我換了一雙新的拖鞋，它穿在浴室洗澡比較會滑。而爸爸知道我的狀況，就說了一個他的經歷：有一次爸爸下班回家，一手提著公事包，另一手也提著東西，就在我們家大樓騎樓下磁磚地滑了一跤，屁股重重、正中的坐在地上，而手卻無法幫上任何忙，好一會兒都爬不起來，因為那時下著小雨磁磚濕濕的。這讓我留意到不同的鞋子防滑的狀況會不一樣，而當遇到有水的地面或是特別光滑的地面就很容易滑倒，造成受傷甚至更嚴重的後果。因此激起我們想研究不同鞋底材質在不同的地面止滑的比較，讓我們在買鞋時買到適合、安全的鞋。

【相關教材】：牛頓教科書自然與生活科技 第六冊五下第四單元「力的世界」。

貳、研究目的

- 一. 在不同地面上摩擦力的差異比較。
- 二. 我們想知道在不同種類的地面穿不同材質鞋底的鞋，什麼狀況下比較不容易滑倒。
- 三. 模擬在冬季低溫下，摩擦力是否會有變化。

參、研究設備及器材

- | | | | |
|------------|-------------|----------|-----------|
| 一. 5 種鞋底樣本 | 二. 3 公斤的彈簧秤 | 三. 電子彈簧秤 | 四. 60 號砂紙 |
| 五. 啞鈴 | 六. 雙面膠 | 七. 迴紋針 | 八. 膠帶 |
| 九. 剪刀 | 十. 滴管 | 十一. 磁磚 | 十二. 溫度計 |
| 十三. 美工刀 | 十四. 手套 | 十五. 照相機 | |



肆、研究過程或方法

一.取得家人的舊鞋子和新買的拖鞋用美工刀把鞋底割下來（總共有六隻鞋）。



二.到鞋子賣場看實品、上網查詢，確認六種鞋底材質，取用其中五個不同材質的鞋底來做實驗的樣本。



三.用五種不同的鞋底做實驗，分別給予一 ~ 五的樣本代號：

【樣本一】

媽媽的涼鞋，材質是 TPR



【樣本二】

弟弟的運動鞋，材質是橡膠



【樣本三】

阿嬤的涼鞋，材質是 PU



【樣本四】

新買的拖鞋，材質是 EVA



【樣本五】

妹妹的拖鞋，材質是 PVC



- 四.將不同材質的鞋底，均剪成直徑 5 公分的圓形，再都用 60 號砂紙將鞋底的紋路磨刮平，讓每個樣本表面的粗糙度都一樣。
- 五.將啞鈴兩邊的兩個圓柱體鐵塊拆下來，堆疊用膠帶黏起來(中間插了一根迴紋針當勾子)。
- 六.以雙面膠帶將圓柱鐵塊和鞋底黏起來，用鐵塊來壓重在樣本上。
- 七.以彈簧秤勾住勾子拉動彈簧秤，觀察不同的樣本分別要拉到幾公克才能使鞋底移動。



實 驗	實 驗 名 稱	構 想 與 做 法
第一個	在 <u>乾</u> 的浴室磁磚 摩擦力實驗	常溫下，在家裡浴室的乾磁磚上（同一塊磁磚），以五個樣本分別用彈簧秤拉動，等鞋底一移動，記下彈簧秤上的公克數，比較不同鞋底材質拉動的公克數。
第二個	在 <u>溼</u> 的浴室磁磚 摩擦力實驗	接續以上實驗，用滴管滴兩滴水（大約為眼藥水的兩滴）在浴室的同一片磁磚上，再測量。
第三個	在 <u>低溫</u> 、 <u>乾</u> 的浴室 磁磚摩擦力實驗	以當年家裡浴室裝修時所剩的磁磚〈五片〉和五個鞋底樣本一起放入冰箱約三小時〈攝氏四度〉，分別(分次)取出立即在三分鐘內完成摩擦力測量。

第四個	在 乾 的磨石子磚上 摩擦力實驗	常溫下，我們家樓下的磨石子磚上（同一塊磚），以五個樣本分別用彈簧秤拉動做摩擦力實驗。
第五個	在 溼 的磨石子磚上 摩擦力實驗	接續以上實驗，用滴管滴兩滴水（大約為眼藥水的兩滴）在同一片磨石子磚上，再測量。
第六個	在 乾 的柏油路面上 摩擦力實驗	我們在家附近的馬路邊柏油路面(固定一處)，以五個樣本分別用彈簧秤拉動，做實驗。
第七個	在 溼 的柏油路面上 摩擦力實驗	接續以上實驗，用滴管滴兩滴水（大約為眼藥水的兩滴）在柏油路上，再測量。

伍、研究結果

在不同的地面、不同的條件下，各個樣本需用多少公克才能拉動？結果如下：

樣本別	樣本一	樣本二	樣本三	樣本四	樣本五
材質	TPR	橡膠	PU	EVA	PVC
實驗一	420 公克	470 公克	280 公克	480 公克	440 公克
實驗二	380 公克	450 公克	240 公克	330 公克	350 公克
實驗三	430 公克	380 公克	370 公克	500 公克	390 公克
實驗四	550 公克	450 公克	480 公克	620 公克	470 公克
實驗五	510 公克	430 公克	460 公克	480 公克	450 公克
實驗六	730 公克	570 公克	740 公克	720 公克	750 公克
實驗七	630 公克	530 公克	720 公克	670 公克	640 公克
加 總	3,650 公克	3,280 公克	3,290 公克	3,800 公克	3,490 公克
防滑 名次	2	5	4	1	3

註：用**紅色**表示該實驗中**最防滑（摩擦力最大）**的樣本。



【實驗一圖片】



【實驗二圖片】



【實驗三圖片】



【實驗三圖片】



【實驗四圖片】



【實驗五圖片】



【實驗六圖片】



【實驗七圖片】

陸、討論

- 一.對於在低溫的實驗中，因為我們僅能模擬出低溫的磁磚地面與低溫的樣本環境，無法模擬出低溫的柏油路面、磨石子地，不知此兩種地面在低溫時摩擦力可能會上升或下降。
- 二.在相同的磁磚地面，低溫時有的樣本摩擦力會變小、有的會變大，似乎不同鞋底樣本受溫度影響物理特性各有不同，有待進一步研究。
- 三.整體而言，**最防滑的材質是樣本四(EVA)**，但依我們在賣場的觀察球鞋底(最底的一層)多為橡膠材質而不是 EVA，雖然我們從 Yahoo! 奇摩知識查詢到”EVA 是運動鞋、休閒鞋使用最大量的材料…”，有待進一步瞭解原因為何。我們使用的這個 EVA 樣本則是來自一雙拖鞋，因此球鞋底的材質的選用或許尚有其他因素，例如:耐磨度、彈性……，有待進一步研究。
- 四.原先我們使用向學校借來的 3 公斤的彈簧秤來實驗，但反覆使用紀錄的數字似乎不太一致、不太容易觀察，應該是當物體樣本開始要移動時，我們不易瞬間精準的計下指針數字，因此實驗所量測到的數值似乎很難解釋。因此我們就用假日專程到光華商場買了**電子式的彈簧秤**，用新的彈簧秤全數將實驗重新做一次，本實驗就是以電子式的彈簧秤全部重做得到的結果。



(上圖是原本第一次用 3 公斤的彈簧秤作實驗的部份照片)

柒、結 論

一.就我們實驗的三種地面，總體而言柏油路摩擦力最好，其次是磨石子，最後是浴室磁磚地。此點合乎未做實驗前我們的一般常識認知。

二.在相同的地面、相同的樣本，有水的狀況下摩擦力會下降，變的較滑。此點合乎未做實驗前我們的一般常識認知。

三.我們加總同一地面、同一材質的乾與溼的實驗數據，得到以下結論。

〈一〉在常溫浴室磁磚地面，防滑效果以樣本二(橡膠)最佳。因此居家在浴室最好穿橡膠底的鞋子，而樣本三(PU)則是在浴室磁磚地面防滑明顯最差的材質。

〈二〉在磨石子地面，防滑效果以樣本四(EVA)最佳。

〈三〉在柏油路面，防滑效果以樣本三(PU)最佳。

〈四〉以整個加總每片樣本的七個實驗數據，樣本四(EVA)防滑效果最佳，其次為樣本一(TPR)。

〈五〉承上項，雖然用加總的方式來看，樣本四(EVA)防滑效果最佳，略優於第二名樣本一(TPR)，但樣本一(TPR)在七個不同實驗中(不同的地面材質)表現較為平均(我們分別用該樣本七個實驗中的最大值減最小值來相比較)。

四.相同樣本在某一種地面”溼的”都會比”乾的”摩擦力下降，但樣本二(橡

膠)、樣本三(PU)不管在那一個實驗地面,遇到水摩擦力下降的都不太多(依地面不同,僅約下降在 20-40 公克)。而其他幾個樣本溼與乾的摩擦力變化較大。

五.對於在**低溫**的實驗,由於我們無法模擬出低溫的柏油路面、磨石子地,僅能模擬出低溫的磁磚環境〈攝氏四度〉,在磁磚與鞋底樣本均為低溫的狀況下,樣本一(TPR)、樣本三(PU)、樣本四(EVA)分別較其在常溫下摩擦力反而**變大**,而其他樣本二(橡膠)、樣本五(PVC)則摩擦力在低溫下**變小**。

捌、參考資料及其他

一、摩擦力的定義：

〈一〉存在於兩接觸面間一種阻止物體運動的作用力。

二、摩擦力的特性：

〈一〉根據兩力平衡的關係,推知摩擦力與運動物體所受的推力有下列關係：
大小相等、方向相反

三、摩擦力的實例：

〈一〉水平方向作用力推書櫃,但書櫃仍然靜止不動。

〈二〉在地上滾動的球,會自然慢慢停下來。

〈三〉騎自行車時,遇到紅燈剎車,自行車會減速停止。

四、影響摩擦力的因素：

〈一〉接觸面的性質：接觸面粗糙則摩擦力大,接觸面光滑則摩擦力小。
例：粗砂紙摩擦力較細砂紙大。

〈二〉作用於接觸面的力：接觸面的力愈大,摩擦力愈大,接觸面的力愈小,摩擦力愈小。

例：卡車的重量比小汽車重,所於和地面的作用也相對較大,故卡車較不容易起動。

五、減少摩擦力的方法：

〈一〉加潤滑油：使接觸面較光滑。

例：自行車的輪軸及鏈條加潤滑油,騎起來較順暢省力。

〈二〉以滾動摩擦代替滑動摩擦：

例：古埃及人建造金字塔時，以樹幹作為滾輪搬運大石頭；大型書櫃加裝輪子等。

〈三〉使用氣墊：減少和其它物體或地面的接觸。

例：氣墊曲桿球、氣墊船等。

〈四〉採用流線型的設計：減少連動體和流體（水、空氣等）的摩擦。

例：魚的外形、車子的外型等。

《資料來源：牛頓版自然與生活科技五下自修及奇摩 Yahoo！知識+》

六、鞋底材質：

〈一〉TPR 熱塑性橡膠

T 熱、P 塑膠、R 橡膠：具有橡膠性能，較耐磨，TPR 的鞋底重量適中，有一定柔軟性。

〈二〉橡膠/Rubber：

大底具有優異的防滑性能，是攀岩鞋等特殊鞋款最常使用的材料。

分為天然與合成兩種，耐磨、彈性好、較重、成本高，目前多使用此類材質。

〈三〉PU 稱聚脲酯(Polyurethane，簡稱 PU)

耐磨、加工容易且具備良好的物性與多功能用途，可應用於運動休閒產品:包括運動/休閒彈性鞋大底/中底結構。具有優異的耐磨性和扭曲性能，良好的抗撕裂強度和彈性，耐油、耐酸、鹼及耐低溫性能優良，廢棄的 PU 底可自動分解，利於環保，對要求耐衝擊，耐穿的厚底鞋更合適；但存在水解、龜裂問題，氣墊鞋常用材料。PU 底的優點是重量輕，質地柔軟，手感好。但是價格昂貴，需經常穿著，否則會發生水解現象，如經常穿著則耐磨性更佳。

〈四〉EVA 乙烯是一種化學合成的膠劑

底輕，是運動鞋、休閒鞋使用最大量的材料，其止滑性、耐磨性、耐候性可藉由添加改質劑或其它高分子材料而提升。

〈五〉PVC 聚氯乙烯(一種含氯塑膠)

合成樹脂，因生態環保問題而少用，PVC 的鞋底價格最便宜，一般都是工廠裏面直接注塑，但膠粘鞋底也有用 PVC 材料的，質地可以通過預塑調節，可硬可軟，但是 PVC 鞋底多少都有點異味。

《資料來源：Yahoo！奇摩知識+》

七、為什麼下雨天容易滑倒？

這是因為下雨天路上有水，水在鞋子和路面之間，減少了鞋子和路面的摩擦力，於是鞋子踩不穩就容易滑倒了。

《資料來源：力的家庭~-華一書局出版》